

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-244176

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/3205				
27/11				
// H 01 L 21/82				
	7514-4M	H 01 L 21/ 88	A	
	7210-4M	27/ 10	3 8 1	
		審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 12 頁) 最終頁に続く		

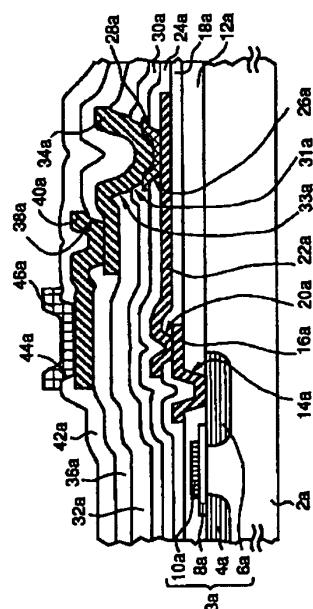
(21)出願番号	特願平5-31580	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成5年(1993)2月22日	(72)発明者	中島 和則 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72)発明者	益田 昇 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72)発明者	三浦 修 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
		(74)代理人	弁理士 小川 勝男

(54)【発明の名称】 集積回路装置及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】集積回路装置の製造歩留まりを向上させる。  
【構成】配線形成と同時に、その配線工程と同じ工程よりなる配線テストパタンをウェハ上に形成し、その評価結果を基にして、次の工程に進むものと、一部の配線層を除去して新たに同じ配線を形成しなおすという工程の分岐を具備する。上層配線を除去する時に、下層の無機絶縁膜と、エッチストップ導体膜が、下層配線層を保護する様に構成する。

図1



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一層の第一の配線層と、上記第一の配線層を覆う無機絶縁膜と、上記無機絶縁膜の上に形成された有機絶縁膜と、上記有機絶縁膜の上または上記無機絶縁膜と上記有機絶縁膜の間に形成された、少なくとも一層の第二の配線層とを備え、上記第一の配線層と上記第二の配線層を接続するためのスルーホール窓の部分に、上記第二の配線層と上記有機絶縁膜のエッチングに対するエッチストッパ導体膜を有することを特徴とする集積回路装置。

【請求項2】基板に能動素子を形成し、上記基板に少なくとも一層の第一の配線層を形成し、上記第一の配線層を覆う無機絶縁膜を形成し、上記第一の配線層の一部にエッチストッパ導体膜を形成し、上記エッチストッパ導体膜を形成した基板に、少なくとも一層の第二の配線層と、上記第二の配線層を覆う有機絶縁膜を形成し、上記エッチストッパ導体膜は上記有機絶縁膜と上記第二の配線層のエッチストッパであることを特徴とする集積回路装置の製造方法。

【請求項3】基板に能動素子を形成し、上記基板に少なくとも一層の第一の配線層を形成し、上記第一の配線層を覆う無機絶縁膜を形成し、上記第一の配線層の一部にエッチストッパ導体膜を形成し、上記エッチストッパ導体膜を形成した基板に、少なくとも一層の第二の配線層と上記第二の配線層を覆う有機絶縁膜を形成した後に、上記有機絶縁膜と上記第二の配線層を、上記無機絶縁膜と上記エッチストッパ導体膜をエッチストッパとして用いて除去し、再び、上記有機絶縁膜と上記第二の配線層を形成する工程を少なくとも一回以上行うことを特徴とする集積回路の製造方法。

【請求項4】配線の層間絶縁膜として少なくとも一層の無機絶縁膜を用い、その上層の配線の層間絶縁膜に少なくとも一層の有機絶縁膜を用い、上記無機絶縁膜と上記有機絶縁膜の境界部分に、上記上層の配線と上記有機絶縁膜のエッチングに対するエッチストッパとなる導体層を設けたことを特徴とする集積回路装置。

【請求項5】配線の層間絶縁膜として少なくとも一層の無機絶縁膜を用い、その上層の配線の層間絶縁膜に少なくとも一層の有機絶縁膜を用い、上記無機絶縁膜の下にある第一の配線導体と上記有機絶縁膜の上にある第二の配線導体が、上記第二の配線導体と上記有機絶縁膜のエッチングに対するエッチストッパとなる第三の導体層を介して電気的に接続されることを特徴とする集積回路装置。

【請求項6】配線層は、第一の導体を用いた少なくとも一層の第一の配線層と、その上層にある第一のエッチング液またはエッチングガスに食刻される第二の導体を用いた少なくとも一層の第二の配線層より形成され、上記第二の配線層を覆い、かつ第二のエッチング液またはエッチングガスに食刻される第一の絶縁膜と、上記第一の

2

配線層を覆い、かつ上記第一及び第二のエッチング液またはエッチングガスに食刻されない第二の絶縁膜との境界部分に、上記第一及び第二のエッチング液またはエッチングガスに食刻されない第三の導体膜を形成したことの特徴とする集積回路装置。

【請求項7】請求項1、4または5において、上記無機絶縁膜は、ドープされた、またはドープされないシリコン酸化物、またはシリコン窒化物により形成され、有機絶縁膜はポリイミドにより形成され、配線層は、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、多結晶シリコン、シリサイド、高融点金属、貴金属、導電性窒化物、またはそれらを主とする他種金属との多重膜により形成され、エッチストッパ導体膜は金、白金等の貴金属またはタンクステン、モリブデン、ニッケル等の高硬度の金属、または上記金属を最上層とする他種金属との多重膜により形成される半導体集積回路装置。

【請求項8】請求項1、4、5または6において、配線層の形成工程に於いて、基板ウエハ上の少なくとも一箇所に、上記配線層と同じ工程より形成された配線テストパターンを少なくとも一層以上形成し、上記配線テストパターンの検査結果が不合格であった場合、ある層より上の配線層を全て除去し、再びその配線層を形成する集積回路装置の製造方法。

【請求項9】集積回路装置の配線層形成工程に於いて、工程の分岐を具備し、上記分岐の少なくとも一つは、一つ以上の他の工程を通過した後、上記配線形成工程に戻ることを特徴とする集積回路装置の製造方法。

【請求項10】請求項9に記載の分岐の判定のために、集積回路装置の配線層を形成するとき、基板ウエハ内の少なくとも一部に、少なくとも一層以上の配線層よりもなる配線テストパターンを同時に形成した基板ウエハ。

【請求項11】集積回路装置の配線層形成工程において、少なくとも一つの工程は、一層以上の配線層を全て除去する工程であり、かつその工程において所望の配線層より下層にある構造は破損されない集積回路装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、集積回路装置およびその製造方法に係り、特に、配線補修を用いた歩留まりの改善に関する。

## 【0002】

【従来の技術】集積回路装置の高性能化には、プロセスの微細化による集積回路装置の高集積化の効果が大きい。集積回路装置の集積度を上げるには能動素子の微細化と共に配線パターンの微細化が必要である。しかし、高速動作性能を考えると、配線の抵抗、容量を低く抑え、配線による信号遅延を減らすためには、配線幅、配線ピッチの減少には限界がある。従って、必要な配線構造体の量を集積回路装置表面内で確保するためには、配線の

層数を増やすことが必須となる。一般に、上層の配線ほど下層配線の凹凸上に形成されるため、形成に複雑なプロセスを必要とすることと、層数自体がえることから、工程数が増大し、複数の配線層、絶縁層まで含めた配線構造全体としての歩留まりの確保が重要となる。

【0003】集積回路装置の配線補修技術が多層配線集積回路装置の歩留まり向上に有効である。現在、集積回路装置の配線層の補修技術としては、配線を切断する技術と新たに配線を形成する技術がある。

【0004】配線の切断を行う補修方法は、1990年のアトリブルー、コンピュータの会議予稿集(Proc : Int'l Conf. Wafer-Scale Integration, IEEE Computer Soc. Press, Los Alamitos, Calif., Order No. 2013, 1990)の13-19ページに、“Progress in WSI SRAM Development”と題して記載されているように、レーザ光等によりアルミニウム配線を切断し、不良部分を切り離す方法が知られている。

【0005】配線の形成と、切断の両方が可能な補修技術としては、収束イオンビームCVD法がある。これは、SEM等で補修位置を観察しながら収束イオンビームにより、アルミニウムやシリコン酸化膜をスパッタエッチングすることにより配線切断を行い、配線接続は、タンゲステン等の金属を含む分子ガス雰囲気中で収束イオンビームを照射した部分に金属原子が堆積することを利用したものである(特開平1-217946号公報に記載)。

【0006】また、1枚のウエハ上にある複数の半導体チップをウエハ上で配線接続して1個の素子としたウエハスケール集積回路装置では、不良チップを避けウエハ全体に配線を自由に敷設したいという要求から、配線補修技術がよく研究されている。例えば、最近では、層間絶縁膜にシリコン多結晶または窒化シリコンを用い、配線切断にはレーザ光によりアルミニウム配線を切断し、配線形成では回路側で配線修理を想定して冗長な設計をし、レーザで配線のアルミニウムを層間膜とともに溶融し、アルミニウム、シリコン合金層を形成することによりスルーホール接続を形成する方法や、配線終端に逆バライアスのダイオードをプロセスの最小間隔で向かい合わせに形成しておき、その部分をレーザで加熱し、ドーパントを拡散し、ダイオードを破壊することにより電気的結合を形成するという配線形成方法がアトリブルー、コンピュータ(IEEE Computer)1992年4月号の41-47ページに“Wafer-Scale Integration Using Restructurable VLSI”と題して記載されている。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】配線補修の従来技術の問題点は、不良の位置、種類の同定、その対応法が、ランダムかつ複雑なため、膨大な手間と時間がかかることにあった。そのため、メモリのビット救済のように特に単純化された修理、あるいは製品試作時のデバッグや研究レベルの集積回路装置のように個数が少ない場合にの

み補修がおこなわれていた。

【0008】不良発生は、主として基板ウエハ内に異物が付着することにより発生するので、結線、絶縁不良箇所を集積回路装置製造前から予想することは不可能である。また結線、絶縁不良箇所を、集積回路装置にプローブ針をあてて、テスト信号を入力し、出力波形から診断、同定するのは困難であり、またテスト時間が増大するため製造コストが増大する。

【0009】配線補修工程を集積回路装置の製造工程に組み込むことが出来れば、歩留まりは向上する。しかし以上述べたように、従来の、配線補修の際に不良発生箇所を特定し、その部分のみを修理する配線補修技術ではスループットが悪く量産性に欠ける。

【0010】通常、集積回路装置は基板ウエハ上に複数の集積回路装置を形成するが、同じ工程を終了した基板ウエハでも、その中の良品チップ数は異なる。従って、複数の集積回路装置を形成した、ダイシング前の基板ウエハの状態で、基板ウエハ内の歩留まりを推測し、その結果から基板ウエハごとに異なる処理を行い、ロット全体としての歩留まりを向上させることが可能である。例えば、基板ウエハ内の任意の位置に存在する配線不良箇所を完全に同定する事無く、基板ウエハ内のある層より上の配線層が不良であることさえ推測できれば、その層から上の層を全て除去して、新たに配線層を形成することにより、配線層を容易に修理することができる。配線層の不良判定は、配線を形成すると同時に、ウエハ内の特定の領域にテストパターンを形成し、この測定結果を基に推定することが出来る。このことにより、歩留まりを向上させることを目的として製造工程に配線補修工程を組み込み、かつスループットの良い集積回路装置の製造方法を得る。

【0011】ところが従来の配線の構成では、配線導体としてアルミニウム等の金属を、絶縁層としてシリコン酸化膜や、アモルファスシリコン、窒化シリコン等のシリコン系の無機絶縁膜を用いているので、上層の配線層全体を取り除くとき、半導体の能動素子を剥き出しにし、よってその電気特性にまで影響を及ぼす等、不良なく形成出来た下層の構造を破損してしまうので、配線層を再び形成し良品チップを得ることは不可能であった。

そこで、ある層より上の層を除去する場合に、既に形成した下の層がエッチストップとして作用し、より下の層が破損されることのない集積回路装置の構成を導入することにより上記製造方法が可能となる。

【0012】本発明の第一の目的は、一部の配線を形成した集積回路装置の上に、下層の構造を破損することなく除去可能な他の配線層を形成し、一部の配線を残して他の配線を除去、再形成することのできる集積回路装置を提供することにある。

【0013】本発明の第二の目的は、下層の構造を破損することなく除去可能な上層の配線層をもつ集積回路装

置を提供することにより、製造工程に配線補修工程を組み込み、かつスループットの良い集積回路装置の製造方法を提供し、集積回路装置の歩留まりを向上させることにある。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、アルミニウム等の導体より構成し、ドープされ、もしくはドープされないシリコン酸化物等の無機絶縁膜に覆われた下層の配線層と、銅等の導体より構成し、ポリイミド等の有機絶縁膜で覆われた上層の配線層を形成し、両配線層の接続のためのスルーホール窓の部分に金等のエッチングパターンを用いてエッチングする。この工程により、製造工程に配線補修工程を組み込みかつスループットの良い製造方法による集積回路装置の形成を可能とし、歩留まりを向上させるものである。

#### 【0015】

【作用】配線補修工程において、上層の配線層を除去する場合、有機絶縁膜は適当なエッティング液を用いて溶解、除去できる。配線の金属膜もまた、適当なエッティング液を用いて溶解、除去することができる。その際、下層の配線層とさらに下層のトランジスタ等の能動素子は、無機絶縁膜とエッチングパターンを用いて保護される。

【0016】下層の配線層を残したまま上層の配線層を除去、再形成することにより、上層で不良が多く発生したため歩留まりが悪くなつた基板ウエハ内の上層の配線層の不良を改善し、基板ウエハ内の良品チップ数を増やし、よって歩留まりを向上させる。

#### 【0017】

【実施例】図1に集積回路装置の断面の概略を示す。基板2aの上に、ソース電極4a、ドレイン電極6a、ゲート酸化膜8a及びゲート電極10aより成るMOS素子3aを形成し、ドレイン電極6aを外部と接続するためのボンディングパッド46aまで引き出しているところを示している。

【0018】MOS素子3aは、CVD等の方法で形成された無機絶縁膜12aにより上層と絶縁される。無機絶縁膜12aの材料としては、例えば、ドープされた、またはドープされない酸化シリコン、窒化シリコンなどである。無機絶縁膜12aにスルーホール14aのパターンを形成する方法は、通常のホトリソグラフィ法および通常のレジストマスク材料を用いて達成される。無機絶縁膜12aは、レジストマスク(図示しない)に対するエッティング液に対して耐性がある。レジストマスク形成後、無機絶縁膜12aをエッチした後、レジストを除去しスルーホール14aを形成する。エッティングは、例えば、フッ酸を含むエッティング液を用いた湿式エッキン

グ、あるいはCF<sub>4</sub>等を含むエッティングガスを用いて反応性イオンエッティング(RIE)などのドライエッティング、あるいは上記方法を組合せて行う。

【0019】次に、導体金属として、例えば、Alをスパッタリング等により被着し、標準的なホトリソグラフィ法及び適当なマスクを用いてパターン形成する。エッティングは、導体金属及びマスクと適合するエッティング方法により行い所望の配線構造を得る。これに続きレジストを除去し、配線第1層16aを形成する。エッティングは、例えば、リン酸を含むエッティング液等を用いた湿式エッティング、あるいはCCl<sub>4</sub>等の塩化物を含むエッティングガスを用いたRIEなどのドライエッティング、あるいはそれらを組み合わせて行う。

【0020】次に、無機絶縁膜18aを無機絶縁膜12aと同様にして形成する。スルーホール14aと同様にして、無機絶縁膜18aをエッチしスルーホール20aを形成後、配線第1層16aと同様にして配線第2層22aを形成する。

【0021】次に、無機絶縁膜24aを無機絶縁膜12aなどと同様に形成し、スルーホール14aなどと同様にして、無機絶縁膜24aをエッチしてスルーホール26aを形成する。エッチングパターンは、例えば、下から順にCr, Cu, Auを蒸着などで積層して、標準的なホトリソグラフィ法及び適当なマスクを用いてパターン形成する。このパターンは、膜が必要な部分のみにレジストを残すものとする。イオンミリング等によりホトレジストが除去された部分の上記積層膜を除去し、所望の形状を形成後、ホトレジストを除去しエッチングパターンを形成する。この場合、エッチングパターンは28aのうち、最上層のAuのみがエッチングパターンである。断層に露出したCr, Cuを保護するために、無機絶縁膜30aをさらに上層に無機絶縁膜12aなどと同様に形成し、スルーホール14などaと同様にして、無機絶縁膜30aをエッチしてスルーホール31aをエッチングパターン28aよりも内側に形成する。

【0022】次に、有機絶縁膜32aを被着する。有機絶縁膜32aは、配線第3層34aを形成する際、加工性を上げるために、例えば、段差をなくす等の目的で形成される。有機絶縁膜32aは、多くの標準的ポリイミドのいずれでも良い。例えば、日立化成工業(株)より発売されているPIQ, PIQ-L100, PIX-1400等である。これらは、溶媒中にポリマ樹脂成分が溶解されたワニスを、回転塗布法により基板2a上に均一に分布させる。次に、溶媒を標準的な熱硬化法を用いて除去し、ポリマ膜を形成する。例えば、90℃の窒素気流中で30分間水平に保持し、次に350℃の窒素気流中で30分間保持する。溶媒の濃度、塗布時の回転数を調整して、ポリイミドの膜厚は精度良く制御することが出来る。また、高平坦化、厚膜、自己接着、低熱膨張

7

などの目的に応じたさまざまな種類のポリイミドが販売されていて、最も適した種類のものを選ぶことが出来る。

【0023】有機絶縁膜32aに、標準的なホトリソグラフィ法及び適当なマスクを用いてパターン形成する。次に、有機絶縁膜32aをエッチし、レジストを除去してスルーホール33aを形成する。ポリイミド膜のエッティングは、例えば、ヒドラジンを含むエッティング液などを用いることが出来る。完全にイミド化していないポリイミド膜はテトラメチルアンモニウムヒドロキサイド(TMA)でもエッティング可能である。また、例えば、O<sub>2</sub>を含むエッティングガスを用いてドライエッティング、およびKrF, ArF, XeClなどのガスを用いたエキシマレーザによる加工により行うことが出来る。上記エッティング方法を組み合わせて行っても良い。次に、例えば、200℃の窒素気流中で30分間保持してポリイミドを除湿し、ポリイミドと金属の表面をクリーニングし同時にポリイミドとさらに上層の金属の接着性を上げるためにO<sub>2</sub>プラズマ処理を施すなどした後、Cr, Cuを順次スパッタ等により積層する。Crは、ポリイミドと配線導体の接着性を上げ、またCu拡散による下層の汚染を防ぐための緩衝膜(配線と区別して図示しない)であり、300Å程度以上積層する。Cuを所望の厚さに積層後、標準的なホトリソグラフィ法及び適当なマスクを用いてパターン形成する。次に、導体金属及びマスクと適合するエッティング液を用いて所望の配線構造を得る。例えば、Cuに対しては過硫酸アンモニウム等を含むもの、Crに対しては硝酸第二セリウムアンモニウム等を含む水溶液を用いる。また、適当なエッティングガスを選んで、ドライエッティングによりパターン形成しても良い。これに続きレジストを除去し、第3層目配線層34aを形成する。

【0024】次に、例えば、200℃の窒素気流中で30分間保持してポリイミドを除湿し、軽くO<sub>2</sub>プラズマ処理を施すなどして、ポリイミド表面のコンタミネーションをクリーニングすると同時に表面を粗化した後、ポリイミドワニスを塗布、熱硬化して有機絶縁膜36aを形成する。この際、熱硬化前のポリイミド前駆体のポリアミック酸は、Cuと反応するので、熱硬化時に窒素と水素等の混合気流などの還元雰囲気中で保持する必要がある。こうして有機絶縁膜36aを形成後、スルーホール33aと同様にエッチしてスルーホール38aを形成する。次に、配線第3層34aと同様にして、配線第4層40を形成する。次に、有機絶縁膜42aを有機絶縁膜36aなどと同様にして形成し、スルーホール33aなどと同様にエッチしてスルーホール44aを形成する。

【0025】次に、ボンディングパッド46aを形成する。例えば、下層から順にCr, Cu, Auを蒸着等により所望の厚さを積層すれば、Au, Al, Cuワイヤ

8

ボンディング、CCB接続が可能である。膜の構成がエッチストップ膜28aと同じなので、エッチストップ膜28aと同様にして、イオンミリング等により所望の形状を形成できる。また、Cr, Cu, Auを順次薄く積層し、Auめっき用のレジストを被着、標準的なホトリソグラフィ法を用いてバーニングして所望な部分のみAuをめっきし、ホトレジスト除去後ウエハ全面にイオンミリング処理を施し、不要な下地金属膜を除去すれば、Auの膜厚を10ミクロン程度の厚さにすることが容易である。

【0026】図2は本発明の方法の概略流れ図である。工程は、基板ウエハ1枚ごとに行われ、ステッパ、アライナ等を用いて、複数の集積回路装置を基板ウエハ内に形成する。図3は複数の集積回路装置を形成する基板ウエハの概略図である。

【0027】工程50aでMOS素子3aを形成し、次に、工程52で無機絶縁膜12a, 18a, 24a, 30a, 配線第1層16a, 配線第2層22a, エッチストップ導体膜28aを形成する。次に、工程54で有機絶縁膜32a, 36a, 42a, 配線第3層34a, 配線第4層40a, ボンディングパッド46aを形成する。工程54に於いて、通常のホトリソグラフィ法と適当なマスクを用いてパターン形成する際、図3に示す基板ウエハ100の、前もって指定した少なくとも一つ以上の領域、例えば、領域102, 104, 106, 108の四つの領域に、テストパターン形成用マスクを用いてバーニングする。従って、工程54により、有機絶縁膜32, 36, 42, 配線第3層34, 配線第4層40, ボンディングパッド46の各層よりなる少なくとも1種類のテストパターン200が形成される(図4を用い後述)。テストパターン200は、領域102, 104, 106, 108が示すような、本来集積回路装置を形成する領域上に形成しなくてもよいが、ウエハ内に均等に分散して配置するのが望ましい。また、領域110, 112, 114, 116のように、チップを形成することが出来ない基板ウエハ100内の領域を利用してもよい。さらに、領域118のようにチップ同士の隙間の領域を利用することも可能である。テストパターンを形成する領域の面積、個数は、診断に必要な量以上であれば任意である。

【0028】工程56で、このテストパターン200などを用い、工程54が良好に行われたかを診断する。診断項目は、例えば、配線第3層34の配線抵抗と配線相互間のリーク電流、配線第4層40の配線抵抗と配線相互間のリーク電流、配線第3層34と配線第4層40との層間絶縁、またはそれらの交叉部分の電気容量、スルーホール38, 44の抵抗などである。

【0029】工程56での診断結果がある判定基準を満たしていれば、その基板ウエハ100は、次に工程58を行い、基板ウエハ100内に形成された複数の集積回路

装置を1チップ毎に検査し、ダイシングされる。以後の工程は集積回路装置の1チップごとに行われる。良品チップのみがパッケージング等の後工程59へと進み、完成する。不良チップは、破棄される。

【0030】工程56での診断結果がある判定基準を満たさない場合、その基板ウエハ100は、次に工程60を行う。ここで、有機絶縁膜42, 36, 32は、例えば、ヒドラジンを含むエッチング液により容易に除去される。

【0031】次に工程62へ進み、配線第3層34, 配線第4層40は、配線パターンを形成するときに用いるエッチング液、例えばCuは過硫酸アンモニウムを含むもの、Crは硝酸第二セリウムアンモニウムを含むものを用いて除去される。ボンディングパッド46は、その下方の配線第3層34, 配線第4層40と有機絶縁膜32, 36, 42が除去されるため、やはり除去される。

【0032】工程60, 62において、エッチストッパ導体膜28と無機絶縁膜30は、有機絶縁膜32, 36, 42を除去するためのエッチング液と配線第3層34, 配線第4層40を除去するエッチング液の両方に耐性があることが必要条件である。エッチストッパ導体膜28の材料としてAuと、無機絶縁膜30の材料としてドープされた、およびドープされないシリコン酸化膜は、各エッチング液成分のヒドラジン、過硫酸アンモニウム、硝酸第二セリウムアンモニウムに対して耐性があり、条件を満たす。

【0033】このことにより、エッチストッパ導体膜28と無機絶縁膜30により、さらに下層の構造は保護される。すなわち、工程62を終了した基板ウエハと工程52を終了した基板ウエハは同じものであり、工程62から工程54へと進むことが出来る。

【0034】図4に工程54まで終了したテストパターン200の概略を示す。説明の簡単のため、工程54で形成される配線パターンのみを、絶縁膜を省略して示してある。ボンディングパッド46bはスルーホール44b, 配線第4層40b, スルーホール38b, 配線第3層34b, スルーホール38c, 配線第4層40c, スルーホール44cを経由してボンディングパッド46cと電気的に接続される。さらに、ボンディングパッド46dはスルーホール44d, スルーホール38d, 配線第3層34c, スルーホール38e, 配線第4層40d, スルーホール38f, 配線第3層34d, スルーホール38g, スルーホール44eを経由してボンディングパッド46eと電気的に接続される。工程54終了後、ボンディングパッド46b, 46c, 46d, 46eのみが、図1に示す有機絶縁膜42aの上にある。この部分に、マイクロプローバ針を複数用意し、これらを接触させて、テストを行う。マイクロプローバ針は、例えば、定電流源、電圧計等を備えたテスターに接続しておく。マイクロプローバ針の先端を、ボンディングパッド46bと

ボンディングパッド46cに当てて、スルーホール44b, 配線第4層40b, スルーホール38b, 配線第3層34b, スルーホール38c, 配線第4層40c, スルーホール44cを経由した一連の配線抵抗を測定できる。

また、マイクロプローバ針の先端を、ボンディングパッド46dとボンディングパッド46eに当てて、スルーホール44d, スルーホール38d, 配線第3層34c, スルーホール38e, 配線第4層40d, スルーホール38f, 配線第3層34d, スルーホール38g,

10 スルーホール44eを経由した一連の配線抵抗を測定できる。また、ボンディングパッド46b, ボンディングパッド46cの間に電流を流し、ボンディングパッド46d, ボンディングパッド46eの電位を測定することにより、無機絶縁膜36による、配線第3層34と配線第4層40が交差する部分の層間絶縁が良好かどうか知ることが出来る。

【0035】このように、工程56において、工程54により配線層が良好に形成出来たかどうかをテストする。テストパターン200は説明の簡単のためにごく簡単

20 なものと示したが、実際にはテストパターン200内に不良が発生しやすくし、集積回路装置上の不良発生を反映するように、配線レイアウトルールの、最も厳しいか、それ以上の配線レイアウトルールを使って形成することが望ましい。また、どの配線層で不良が発生したか判定するために、ボンディングパッド46の近傍のスルーホール以外は配線第4層40のみで形成されたテストパターン(図示しない)、ボンディングパッド46の近傍以外は配線第3層34のみで形成されたテストパターン(図示しない)等、数種類のテストパターンを一つの領域内に形成することが望ましい。また、工程50a, 52より形成される構造を用いたテストパターンをテストパターン200の下層に形成しても良い。

【0036】上記実施例は、本発明の原理及びその実際の応用を最も良くするために選ばれ、記述されたものであり、開示されたものに限定する趣旨ではない。上記教示内容に鑑みて他の修正、変形が可能である。

【0037】例えば、最も上層の無機絶縁膜30aより下に形成した配線層は全2層であることを想定したが、1層のみでも差し支えないし、3層以上あってもよい。

40 無機絶縁膜30aより上に形成する配線層も同様に1層のみでもよいし、3層以上あってもよい。絶縁膜の層数も本発明の目的を果たす構成であれば、任意である。

【0038】第1配線層16a, 第2配線層22aの材料としては、本説明では、Alを用いたが、他にCu, Au, Pt, Si, NiまたはW, Mo, Ti, Ta等の高融点金属あるいはこれら金属の少なくとも1種を含んだ合金でも良い。またそれらを組み合わせて、1層の配線層を多重膜で形成しても良い。例えば、配線第3層34aの説明で述べた緩衝膜を形成しても良い。緩衝膜の材料はCr, W, Mo, Ti, Ta, Pt, Ni等の

11

金属、導電性窒化膜、ポリシリコン、シリコン化合物、シリサイドなどを用いることが出来る。配線パターン形成後、配線の表面の一部をめっき、スパッタ等により保護膜を形成しても良い。

【0039】配線第3層34aと配線第4層40aの材料は、上述のCu以外に、Al, Au, Pt, Si, Ni、またはW, Mo, Ti, Ta等の高融点金属あるいはこれら金属を少なくとも1種含んだ合金でも良い。またそれらを組み合わせて、1層の配線層を多重膜で形成しても良い。緩衝膜の材料は、上述のCr以外に、W, Mo, Ti, Ta, Pt, Ni等の金属、導電性窒化膜、ポリシリコン、シリコン化合物、シリサイドなどを用いることが出来る。ただし、図2の説明で述べたように、無機絶縁膜30aとエッチストップ導体膜28aを破損しないエッチング方法で配線第3層34aと配線第4層40aが除去できる材料と構成であることが必要である。配線パターン形成後、配線の表面の一部をめっき、スパッタ等により保護膜を形成しても良い。

【0040】エッチストップ導体膜28aの材料と構成は、配線第3層34aと配線第4層40a及び有機絶縁膜32a, 36a, 42aをエッチング除去するときのエッチストップであるから、配線第3層34aと配線第4層40aの材料、特に緩衝膜を形成する場合はその材料に応じて、適当な材料を選ぶことが出来る。本実施例で述べたAu以外の金属を用いてもよい。この場合、ポリイミドワニス(ポリアミック酸)と反応せず電気抵抗の低い金属が望ましく、例えば、W, Mo, Pt, Niを用いることができる。W, Mo, Pt, Ni等、硬高度の金属を被覆する場合は、工程56においてマイクロプローバ針によるエッチストップ導体膜28の機械的損傷を防止できるなどの効果がある。

【0041】第1配線層16a, 第2配線層22a, 配線第3層34aと配線第4層40aは、所要な膜厚の導体金属を積層後、不要部分をエッチングにより除去する、いわゆるサブトラクティブ法により形成することを想定したが、めっき等の方法により、配線部分の導体のみを積層していく、いわゆるアディティブ法による形成も可能である。例えば、配線第3層34aと配線第4層40aは、次の様にして形成できる。まず300Åの厚さのCr、2000Åの厚さのCuを順次積層する。次に、通常のホトリソグラフィ法と適当なマスクを用いて、配線の所望な部分のみレジストを除去したパターンを形成する。この時、レジストの膜厚は所望な配線の厚さよりも厚く形成する。露出した部分のCu膜上に電解めっき法または無電解めっき法によりCuを成長させて配線を形成し、レジスト除去後、イオンミリング処理を全面に施す。めっき工程中レジストで保護されていたためCu成長されなかった部分のCu, Crが除去された時点でイオンミリング処理を停止したとき、Cuを成長させた部分は膜が厚いため配線が残る。

12

【0042】ボンディングパッド46aは、Cr, Ni, Auの3層膜等、他にもいろいろな組合せが考えられるが、その層数、種類を問わずこの技術は適用できる。また、接続の方法や配線金属または、配線金属上の保護膜の材質によっては、必ずしも必要ではない場合もある。

【0043】工程60に於いて、O<sub>2</sub>を含むエッティングガス等を用いて、ドライエッティングによりポリイミドを除去しても良い。また、ドライエッティングと湿式エッティングを組合せてポリイミドを除去しても良い。同様に、工程62に於いても、除去する配線に対して無機絶縁膜30aとエッチストップ導体膜28aのエッティング選択比が充分に小さくなる適当な組成のエッティングガスを選べば、工程62の一部または全部をドライエッティングにより行うことができる。工程60, 62において工程の一部をドライエッティングにより行う場合、発光スペクトル分光法等によりエッティング過程をモニタリングすることが出来るので、これをエッティング終点の判定に用いることが出来る。

【0044】ここでは、能動素子としてMOS素子3aを想定しているが、本発明はバイポーラ素子、またはそれらの両方を用いた集積回路装置等、配線層を持つすべての集積回路装置に適用できる。

【0045】次に、図5を用いて本発明の他の実施例を示す。図5は、集積回路装置の断面の概略を示す。スルーホール20hまでを図1で説明したスルーホール20aまでと同様にして形成する。次に配線第2層22hを形成するとき、Al等の金属をスパッタリング等により被着後、Crなど緩衝膜材料を被着し、最後にAu等のエッチストップ導体を被着する。標準的なホトリソグラフィ法及び適当なマスクを用いてパターン形成し、イオンミリングなどの方法でホトレジストが除去された部分の導体積層膜を除去し、所望の形状を形成後ホトレジストを除去し、配線第2層22hとエッチストップ導体膜28hの多重膜により配線構造を形成する。次に、無機絶縁膜24aと同様にして無機絶縁膜24hを形成する。エッチストップ導体膜28hの断層面は無機絶縁膜24hにより保護されているため図1で説明した無機絶縁膜30aに対応する無機絶縁膜は不要である。よって工程数を削減できる。この後の、有機絶縁膜32hより上層の形成は図1の説明と同じである。図5で示した配線層の構成によつても、図2、図3、図4で示した集積回路装置の製造方法が可能である。

【0046】この実施例は、本発明の原理及びその実際の応用を最も良くするために選ばれ、記述されたものであり、開示されたものに限定する趣旨ではない。上記教示内容に鑑みて他の修正、変形が可能である。例えば、エッチストップ導体を被着するとき、マスク蒸着法等を用いて部分的に被着し、スルーホールの近傍のみにエッチストップ導体膜28hを形成しても良い。また、配線

層数、その構成材料、製造方法等のバリエーションは図1から図4で述べた変形例を基に変更が可能である。

【0047】図6、図7を用いて本発明のさらに他の実施例を説明する。図6は、集積回路装置の断面の概略である。無機絶縁膜12iとスルーホール14iまでを図1で説明した無機絶縁膜12aとスルーホール14aまでと同様にして形成する。以下、エッチストップ導体膜28i、無機絶縁膜30i、スルーホール31i、配線第1層16i、有機絶縁膜36i、スルーホール38i、エッチストップ導体膜28k、無機絶縁膜30k、スルーホール31k、配線第2層22i、有機絶縁膜42i、スルーホール44i、ポンディングパッド46iを順次形成する。形成の方法、材料、とそのバリエーションは図1で示した対応する番号の添字aのものと同じである。

【0048】図7は、図6に示した本発明のさらに他の実施例による方法のフローチャートである。工程は、基板ウエハ1枚ごとに行われ、ステッパ、アライナ等を用いて、複数の集積回路装置を基板ウエハ内に形成する。その基板ウエハの概略図は図3で示される。

【0049】工程50iでMOS素子3iを形成し、次に、工程252で無機絶縁膜12i、エッチストップ導体膜28i、無機絶縁膜30iを順次形成する。次に工程254で配線第1層16i、有機絶縁膜36iを形成する。工程254に於いて、通常のホトリソグラフィ法と適当なマスクを用いてパターン形成する際、図3に示す基板ウエハ100の、前もって指定した少なくとも一つ以上の領域、例えば領域102、104、106、108の四つの領域に、テストパターン形成用マスクを用いてパターニングする。従って、工程254により、配線第1層16iと有機絶縁膜36iよりなる少なくとも1種類のテストパターン（図示しない）が形成される。工程256で、テストパターンを用いて工程254が良好に行われたかを診断する。診断結果がある判定基準を満たしていれば、次に工程258を行い、エッチストップ導体膜28k、無機絶縁膜30kを形成する。次に工程260で配線第2層22i、有機絶縁膜42i、ポンディングパッド46iを形成する。工程260でも工程254と同様にして、テストパターン（図示しない）を同時に形成しておく。工程262で、上記テストパターンを用いて工程260が良好に形成出来たかどうかを判定する。工程262での判定結果がある判定基準を満たしていれば、次に工程58iへ進み、基板100内に形成された複数の集積回路装置の1チップごとに検査し、ダイシングされる。以後の工程は集積回路装置の1チップごとに行われる。良品チップのみがパッケージング等の後工程59iへ進み、完成する。不良チップは、破棄される。

【0050】工程256での診断結果がある判定基準を満たさない場合、その基板ウエハは、次に工程264を行ふ。ここで、有機絶縁膜36iは、例えばヒドラジン

を含むエッティング液等により容易に除去される。

【0051】次に工程266へ進み、配線第1層16iは、配線パターンを形成するときに用いる、例えばリン酸を含むエッティング液等を用いて除去される。

【0052】工程264、266において、エッチストップ導体膜28iと無機絶縁膜12iは、有機絶縁膜36iを除去するためのエッティング液と配線第1層16iを除去するエッティング液の両方に耐性があるため、下層にあるMOS素子3iは保護されるので、工程254の手前に戻ることが出来る。

【0053】工程262での診断結果がある判定基準を満たさない場合、その基板ウエハに工程268、270を行い、同様に配線第2層22i、有機絶縁膜42i、ポンディングパッド46iは除去される。この時、無機絶縁膜30kとエッチストップ導体膜28kにより、下層にある配線第1層16iとMOS素子3aは保護されるため、工程260の手前に戻ることが出来る。

【0054】以上、図6、図7を用いて、各配線層を形成するごとにウエハ良否判定を行うことが出来る構成とそれを用いた集積回路装置の製造方法を示した。上記実施例は、本発明の原理及びその実際の応用を最も良くするために選ばれ、記述されたものであり、開示されたものに限定する趣旨ではない。上記教示内容に鑑みて、配線層数、その構成材料、製造方法等のバリエーションは図1から図5で述べた変形例を基に変更が可能である。

#### 【0055】

【発明の効果】本発明によれば、下層の配線層を残したまま上層配線層を除去し、上層で不良の起きた基板ウエハを再生することが可能な構造を集積回路装置に導入し、配線補修を組み込んだ簡素な製造工程による集積回路装置の形成を可能とすることにより、集積回路装置の歩留まりを向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の主要部を示す断面図。

【図2】本発明の方法のフローチャート。

【図3】本発明の一実施例である基板ウエハの平面図。

【図4】本発明の方法を実施するに当たり必要な配線テストパターンの一例を示す斜視図。

【図5】本発明の方法が可能な他の実施例の主要部を示す断面図。

【図6】本発明のさらに他の実施例の主要部を示す断面図。

【図7】本発明のさらに他の実施例の方法のフローチャート。

#### 【符号の説明】

2…基板、3…MOS素子、4、6…ソース及びドレイン電極、8…ゲート酸化膜、10…ゲート電極、14、20、26、31、33、38、44…スルーホール、16、22、34、40…配線導体、28…エッチストップ導体膜、46…ポンディングパッド、12、18、

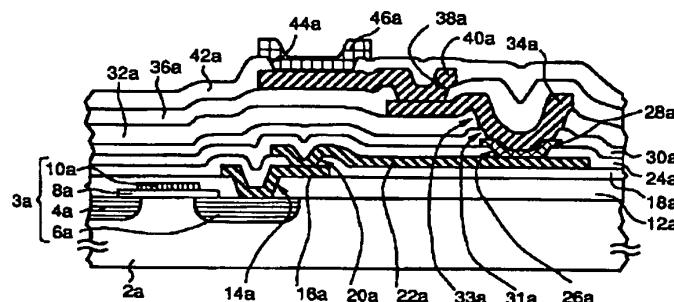
50

15

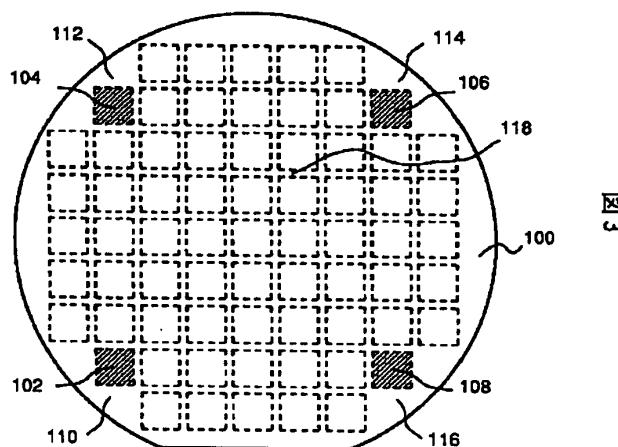
24, 30…無機絶縁膜、32, 36, 42…有機絶縁 \* \* 膜。

16

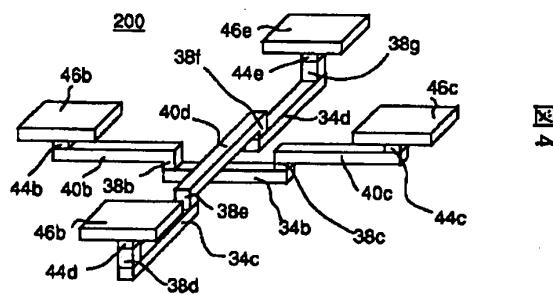
【図1】



【図3】

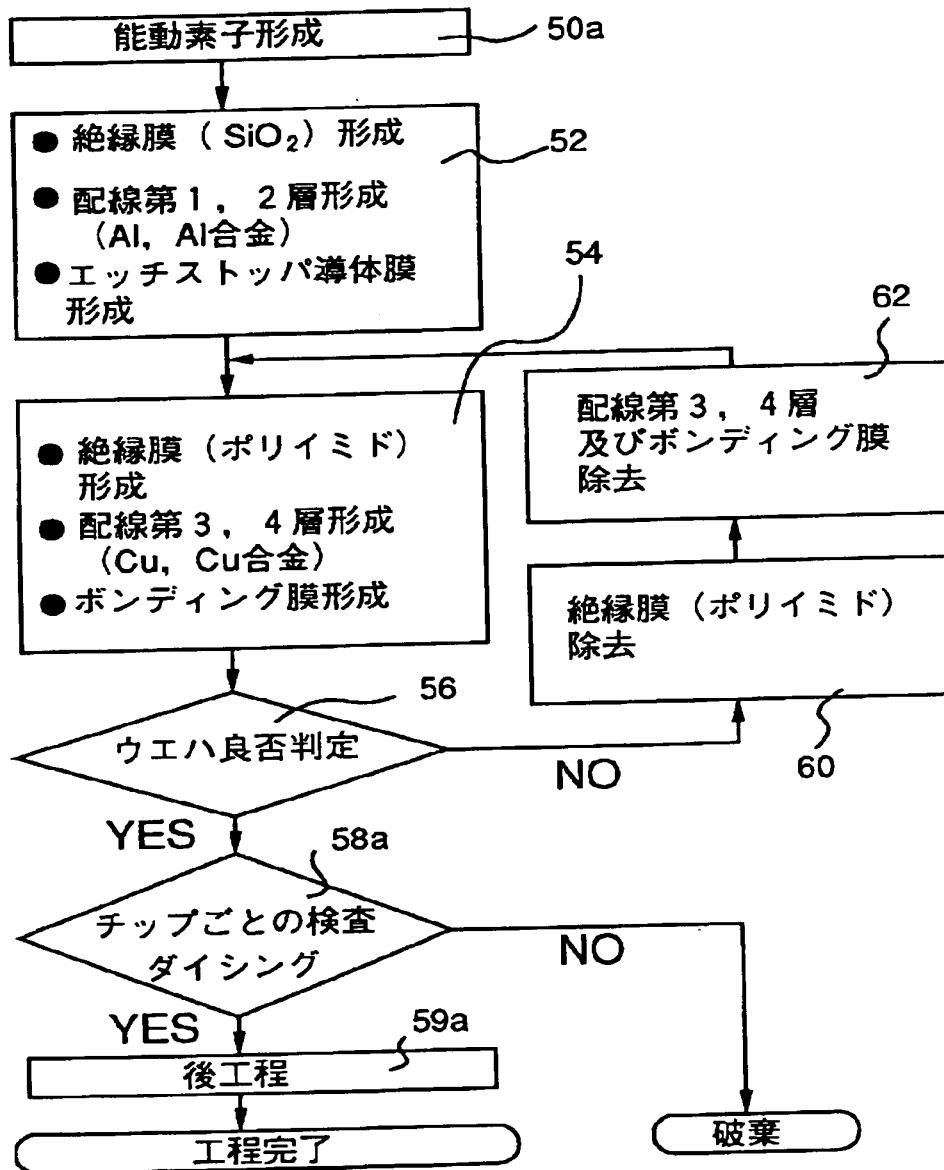


【図4】

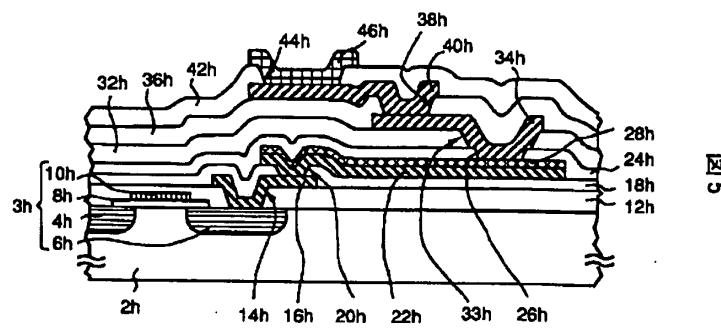


【図2】

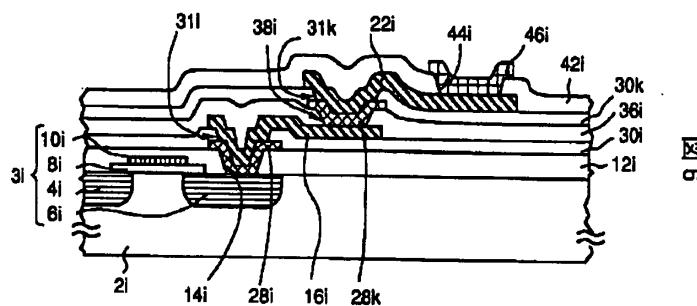
図2



【図5】

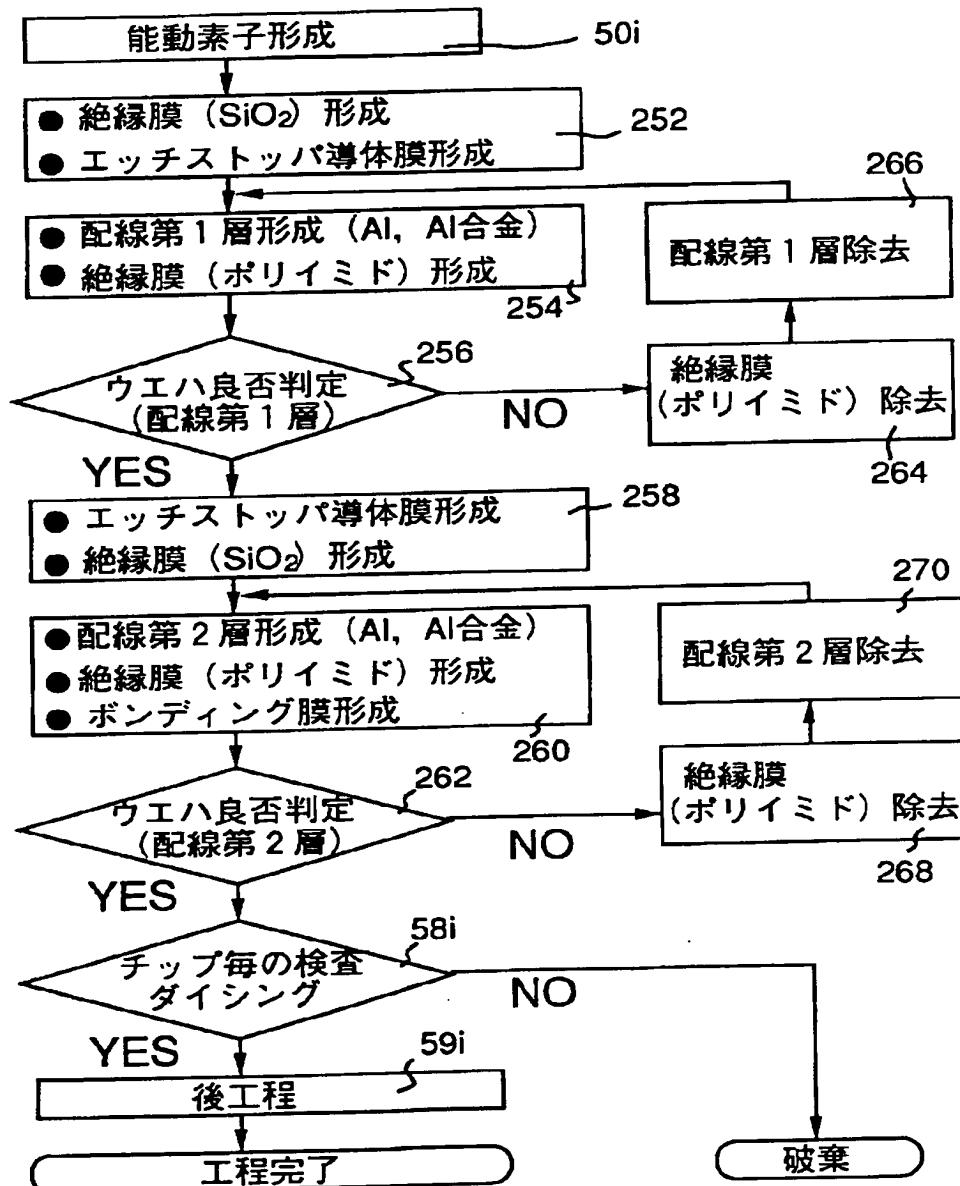


【図6】



【図7】

図7



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

識別記号 庁内整理番号  
9169-4MF I  
H 0 1 L 21/82

技術表示箇所

T